

## Estado de la producción de energía eléctrica fotovoltaica en Cuba

**Cristina Soto Llerandi**

[cristina@eleclh.une.cu](mailto:cristina@eleclh.une.cu)

Empresa Eléctrica La Habana

### RESUMEN

La Unión Eléctrica en Cuba está trabajando en la modificación de la matriz energética, para lo cual se implementan diferentes formas renovables de energía, entre ellas la fotovoltaica. El objetivo de este trabajo es reseñar las proyecciones del país acerca de las fuentes renovables de energía y, específicamente, los sistemas solares fotovoltaicos. Con este propósito, se ha analizado el contenido de diferentes documentos, tales como, la legislación vigente. Se demuestra que para Cuba, con un alto índice de incidencia de los rayos solares en gran parte del año y que enfrenta grandes dificultades para adquirir los combustibles que precisa para generar energía eléctrica, los sistemas solares fotovoltaicos constituyen una opción importante para aumentar la seguridad energética y trabajar en aras del desarrollo sostenible.

### INTRODUCCIÓN

A partir del año 1959, con el triunfo de la Revolución Cubana, se inició un proceso intenso de electrificación del país, que hasta ese momento alcanzaba fundamentalmente solo a las grandes ciudades, con una generación eléctrica en todo el país de 475,6 MW. En la actualidad, el Sistema Eléctrico Nacional cuenta con una capacidad instalada de más de 3500 MW y se caracteriza por una tasa alta de electrificación, si bien el consumo de energía per cápita es bajo. También se caracteriza por una baja utilización de las tecnologías asociadas a las fuentes renovables de energía (Korkeakoski & Filgueiras Sainz de Rozas, 2022), situación que se espera modificar en el Plan Nacional de Desarrollo hasta el 2030. La transición energética proyectada en el país se orienta a potenciar las fuentes renovables de energía (FRE), lo que contribuirá a una mayor seguridad energética y al enfrentamiento al cambio climático (Saunders Vázquez y otros, 2022).

En la actualidad, la generación total con fuentes renovables en Cuba es de cerca del 5 % y se espera que aumente al 29 % en 2030, de esta 260 MW corresponden a la generada en parques fotovoltaicos, que cubren actualmente el 2 % de la generación eléctrica anual (Extremera Peregrín, 2023). El objetivo de este trabajo es reseñar las proyecciones del país acerca de las fuentes renovables de energía y los sistemas solares fotovoltaicos.

## DESARROLLO

### *Estado de la producción de energía eléctrica en Cuba*

En Cuba la producción de energía eléctrica depende, fundamentalmente, del uso de los combustibles fósiles, en mayor proporción importados y una cantidad menor que proviene de los yacimientos emplazados en el territorio nacional y la plataforma insular. En los años anteriores a la caída del campo socialista el petróleo provenía de convenios vigentes a través del Consejo de Ayuda Mutua Económica (CAME) que protegía la economía cubana con precios diferenciados en mejores condiciones que los del mercado internacional y permitía el desarrollo económico de la Isla. Con la caída del campo socialista se produce un estancamiento en el sector energético por falta de combustible y tecnologías con muchos años de explotación y sin posibilidades de cambios o reparación.

En el año 2005 se inicia la Revolución Energética, como solución para la crítica situación del SEN, bajo la premisa de reducir el consumo de combustible con el uso racional de la energía e incrementar la generación con tecnologías más eficientes. Se introducen en el país 2400 MW de generación mediante los grupos electrógenos diésel y fuel, que se sincronizaron a la generación distribuida con motores de alta eficiencia, mejorando la eficiencia de la generación del Sistema Eléctrico Nacional. Se cambiaron los equipos ineficientes en el sector residencial y se mejoraron las redes eléctricas.

En 2014, el gobierno dio a conocer el plan político y económico para diversificar significativamente su matriz energética, con el objetivo de aumentar el uso de las fuentes renovables de energía (FRE) para la generación de electricidad a partir de aproximadamente un 4,3 % en 2013 (incluyendo 3,5 % de la industria azucarera) hasta 24 % en 2030, generando unos 7245 GWh de electricidad, evitando emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) equivalentes a 4463 toneladas de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>).

Los Lineamientos de la Política Económica y Social de Cuba, adoptados en el VIII Congreso del Partido Comunista de Cuba realizado en el 2021, plantean los objetivos de desarrollo estratégico de mediano plazo para Cuba. En los Lineamientos del 144 al 151 se establece los principios orientadores para la implementación de la Política Energética en el país. Específicamente el Lineamiento 149. Acelerar el cumplimiento del Programa para el Desarrollo de las Fuentes Renovables y Uso Eficiente de la Energía, aprobado hasta el 2030, con prioridad en la energía solar. Concebir en las nuevas inversiones, el mantenimiento constructivo y las reparaciones capitalizables (Comité Central del Partido Comunista de Cuba, 2021).

La Constitución de la República, en su artículo 27 dispone que el Estado protege el medio ambiente y los recursos naturales del país, y reconoce la estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible, por lo que se requiere diversificar la estructura de los combustibles fósiles empleados e incrementar la eficiencia energética, así como la contribución de las fuentes renovables de energía, con el propósito de elevar su participación en la matriz de generación de energía eléctrica, hasta alcanzar una proporción no menor al 24 % en el año 2030.

En 2019 fue emitido el Decreto-Ley No. 345 "Del desarrollo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía" (Consejo de Estado, 2019), que establece las regulaciones para el desarrollo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía, con el objetivo de

incrementar el uso de las fuentes renovables de energía en la generación de electricidad y la sustitución progresiva de los combustibles fósiles; para lo cual debe estimular la inversión, la investigación y la elevación de la eficiencia energética, así como la producción y utilización de energía a partir de fuentes renovables, mediante el establecimiento de incentivos y demás instrumentos que estimulen su desarrollo.

### **La fotovoltaica como fuente renovable de energía**

El Ministerio de Energía y Minas (MINEM) establece que las fuentes renovables de energía son aquellos recursos naturales que son prácticamente inagotables o que se pueden regenerar. La principal fuente de energía renovable proviene del sol. “Las fuentes de energías renovables están clasificadas en: energía eólica, energía hidroeléctrica, energía solar, biomasa cañera y forestal, biogás, biocombustibles, energía geotérmica, energía del mar y el hidrógeno” (MINEM, 2019, pág. 15).

El desarrollo de las tecnologías basadas en los dispositivos que utilizan la energía fotovoltaica (FV) para generar corriente eléctrica con mejor eficiencia y calidad que los empleados en sus inicios, unida al empleo de materiales con menor costo de producción ha infiltrado el mercado basado en la utilización de los combustibles fósiles. Son muchos los países que utilizan estas tecnologías para la generación de la corriente distribuida, con la primacía de Dinamarca, Holanda, Alemania y Japón (Stolik Novygrad, 2014). Su desarrollo en Cuba estará dado por el grado de penetración FV que el SEN sea capaz de instrumentar.

Un sistema fotovoltaico transforma la energía solar en electricidad mediante el efecto fotovoltaico, sus componentes principales son: paneles solares, inversor, sistema de montaje, regulador de carga y, opcionalmente, baterías. La energía solar al incidir sobre las células FV genera energía eléctrica o también llamada energía fotovoltaica. En dependencia de la intensidad de la radiación que recibe la célula mayor electricidad se producirá. Los paneles solares generan corriente continua que el inversor convierte en corriente alterna (Alonso, 2024).

En la actualidad existen diferentes de tecnologías de células fotovoltaicas que se han ido desarrollando y disminuyendo los precios e incrementando el rendimiento, por ejemplo: las celdas solares PERC (*Passivated Emitter and Rear Cell*), TOPCon (*Tunnel Oxide Passivated Contact*) y las que emplean la tecnología de heterounión (Méndez Muñiz & Cuervo García, 2010).

Los sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica (SFCR) constituyen una de las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica que más atención están recibiendo en los últimos años, debido a su elevado potencial de utilización en zonas urbanizadas próximas a la red eléctrica. (Scull Guerra, 2015, pág. 12)

El sistema fotovoltaico inyecta energía a la red cuando la generación es mayor que la utilizada por los equipos instalados en la edificación. En caso que las cargas utilicen más energía que la generada por los paneles, se extrae energía de la red (Herrera Vaca, 2018). Los módulos fotovoltaicos instalados tienen un sistema de medición de la energía eléctrica que se produce y a su vez mide la energía que se toma de la red, estos dispositivos de medición son los metros contadores bidireccionales, utilizados generalmente en los

sistemas solares del sector residencial mientras que en el sector estatal se emplean los metros contadores de cuatro cuadrantes.

Un panel solar fotovoltaico consiste en una asociación de células, encapsuladas en dos capas de EVA (etileno-vinilo-acetato), entre una lámina frontal de vidrio y una capa posterior de un polímero termoplástico. Este conjunto es enmarcado en una estructura de aluminio con el objetivo de aumentar la resistencia mecánica del conjunto y facilitar el anclaje del módulo a las estructuras de soporte.

En el territorio cubano, cada metro cuadrado recibe un promedio diario de 5 kWh de energía solar, equivalente a la energía química acumulada en un litro de petróleo, lo que constituye una oportunidad que debe ser aprovechada por las empresas cubanas como una alternativa ventajosa desde el punto de vista económico y ambiental frente a las fuentes convencionales de energía (Castro Figueredo y otros, 2019; Domínguez Piloto y otros, 2019; Quevedo Batista & Ortiz Chávez, 2021).

Scull Guerra (2015) resalta las principales características de la tecnología fotovoltaica, que la hacen una ventajosa opción energética:

- No consumen combustible para operar.
- Tienen una respuesta rápida, alcanzando plena producción eléctrica instantáneamente.
- No producen contaminación al generar electricidad.
- Requieren poco mantenimiento si están correctamente fabricados e instalados
- El 85 % de las células solares se fabrican de silicio, el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre.
- Tienen una eficiencia de conversión de luz solar a electricidad relativamente alta
- Tienen amplio rango de capacidad de generación, de microwats a megawats.
- Tienen alta relación de potencia a peso.
- Se prestan para instalaciones locales, esto es, potencia descentralizada o dispersa.

García Rondón y Llópiz (2016) destacan que la instalación de paneles solares o fotovoltaicos aislados ha permitido alimentar de energía a aquellos sectores en los que no existen servicios eléctricos y que la instalación de este tipo de sistemas está en continuo crecimiento en Cuba. Sin embargo, consideran que la alta inversión en la que se debe incurrir para ejecutar el negocio, sumada al alto período en la recuperación del capital en la instalación de un sistema fotovoltaico, pone en riesgo el interés de los inversionistas. La situación casi 10 años después de esta publicación ha variado, a partir de que el costo de estos sistemas ha disminuido sensiblemente en el mercado, lo que hizo abandonar la estrategia inicial de su producción en el país. No obstante, en cada caso es indispensable realizar los estudios de factibilidad técnico -económicos pertinentes (Quevedo Batista & Ortiz Chávez, 2021).

Las tendencias más difundidas actualmente en entornos urbanos son los sistemas fotovoltaicos integrados a edificios, estos son eficientes, desde el punto de vista energético, porque generan electricidad en el mismo lugar que se consume, atenuando significativamente las pérdidas por distribución. Las cubiertas ofrecen mayor potencial de integración en términos de producción energética, por ser las superficies mejor situadas y de mayor extensión, libres de obstáculos y restricciones. Son la manera más difundida de

instalación de los paneles solares, en estos momentos, ya que los grandes parques solares ocupan mucho territorio y se está promocionando la instalación de los sistemas solares descentralizados que aportan la carga en el sitio en que se usan. Las aplicaciones inmediatas son la venta de energía eléctrica o la reducción de la facturación mensual. Se presenta como una posibilidad muy interesante para inversiones privadas en el sector de la energía (Castro Figueredo y otros, 2019).

La mayoría de los sistemas fotovoltaicos en edificios (viviendas, centros comerciales, naves industriales) se montan sobre tejados y cubiertas, pero se espera el aumento de instalaciones integradas en tejas y otros materiales de construcción. Estos sistemas fotovoltaicos son de pequeño a mediano tamaño, lo que supone una potencia de 5 kW a 200 kW, aunque a veces se supere este valor y se llegue al orden de los MW. Otros sistemas pueden reemplazar a los elementos arquitectónicos de las fachadas.

La diferencia fundamental entre un sistema aislado y otro conectado a la red, consiste en la ausencia en este último caso, del sistema de almacenamiento de energía (batería). Esto se debe a que toda la energía generada por los paneles solares, será entregada directamente a la red por medio del inversor o convertidor. Por lo tanto, durante las horas de sol establecidas para el lugar donde el sistema vaya a ser instalado, se estará aportando a la red o a la carga la potencia producida por la instalación.

Herrera Vaca (2018) comenta acerca de los beneficios que aportan los generadores fotovoltaicos distribuidos conectados a la red que son:

- Suavización de picos de demanda cuando existe cierto grado de coincidencia entre el perfil de generación fotovoltaica y el perfil de consumo del inmueble o alimentador.
- Alivio térmico a equipos de distribución, lo que implica también la posibilidad de postergar inversiones de capital para incrementar su capacidad o reemplazo.
- Disminución de pérdidas por transmisión y distribución.
- Soporte de voltaje en alimentadores de distribución.
- Compensación de potencia reactiva en el alimentador.

Si bien estas instalaciones deben estar permanentemente conectadas a la red eléctrica, por lo cual no necesitan de sistemas de conversión y almacenamiento, como en el caso de las aisladas, también sería posible utilizarlas como sistemas aislados, adicionando los elementos necesarios. Esto puede ser importante ante la inestabilidad del SEN en Cuba.

En otro trabajo se estudia la factibilidad para la instalación de un modelo de negocio de arrendamiento de paneles solares en Lima, Perú, concluyéndose que es un negocio viable pues existe mercado para el producto y es factible técnica, económica, social y medioambientalmente (De Lama Rojas & Vinelli Montoya, 2021). Sin embargo, en la revisión de la literatura consultada no se encontraron estudios respecto al seguimiento y medición de la satisfacción de los clientes de los sistemas FV. El desempeño de los sistemas FV puede ser optimizado mediante una adecuada instalación, operación y mantenimiento, cumpliendo las normativas pertinentes (Walker & Desai, 2021).

### **Regulaciones y procedimientos para la instalación de sistemas solares fotovoltaicos**

Como parte de la estrategia trazada, el MINEM aprobó la Resolución 242/2021 que establece las regulaciones para que personas naturales y jurídicas contraten potencia solar fotovoltaica para autoabastecerse (MINEM, 2021). Plantea que, se puede contratar a partir

de 0.5 kW en lo adelante, y el precio varía en dependencia de la potencia contratada y la cantidad de años que se acuerde, el pago se realiza en Moneda Libremente Convertible (MLC) y es empleado por clientes grandes consumidores, que no cuentan con condiciones para instalar sistemas solares fotovoltaicos en sus techos.

Cualquier empresa, persona o negocio particular puede contratar en la Unión Eléctrica de Cuba (UNE), la potencia fotovoltaica que desee sin tener instalados los sistemas solares fotovoltaicos, por cada kW contratado se le descontará al cliente 125 kWh mensualmente durante el período de vigencia del contrato (2, 5, 10 o 20 años), si el cliente consume menos que los kWh que contrató, la UNE le pagará cada kWh al cliente natural a 3.00 CUP y a las empresas a 1.81 CUP.

La segunda de las medidas del MINEM para el fomento de las fuentes renovables de energía fue la emisión de la Resolución 208/2021 (MINEM, 2021) en la cual determina que la importación de sistemas solares fotovoltaicos, sus partes y piezas quedan eximidas de impuestos a su paso por aduanas, con el objetivo de continuar con el desarrollo de fuentes renovables de energía y elevar su participación en la matriz de generación de energía eléctrica en el territorio nacional.

Montes Calzadilla (2022) aclara que la importación de los sistemas fotovoltaicos se puede llevar a cabo por trabajadores por cuenta propia, Mipymes y cooperativas no agropecuarias a través de COPEXTEL y otras empresas dedicadas a ello. Las personas naturales, pueden utilizar otras vías para importar los sistemas a través de empresas como CIMEX, SASA y Tiendas Caribe, o pueden importarlos por sus propios medios, ya que no tienen que pagar aranceles en la aduana y sin límites de peso.

Además, la Resolución 123/2019 (MINEM, 2019) establece varias opciones de inversiones, que promueven el incremento del uso de las fuentes renovables de energía para la generación eléctrica. En su artículo cuarto se precisa que la Unión Eléctrica tiene la obligación de comprar toda la energía eléctrica que se genere por los sistemas solares conectados al SEN por los clientes que tienen instalados los sistemas solares fotovoltaicos con el objetivo de aportar carga al sistema en los períodos del pico diurno, siempre que cumplan las normas técnicas establecidas en el contrato que precisan la frecuencia que lleva el SEN.

En su artículo quinto, la Resolución 123/2019 precisa las condiciones para fijar el precio de compra de la energía generada mediante los sistemas solares fotovoltaicos, se tienen en cuenta entre otros elementos como el ahorro de petróleo y otros gastos que se producen durante la generación con combustibles fósiles, se tiene en cuenta tarifas diferenciadas un poco más elevadas de las que se utilizan para cobrar la corriente eléctrica generada mediante la termoeléctricas para promocionar el uso de los sistemas solares.

En su artículo sexto establece que la Unión Eléctrica instala el equipo de medición (metro contador) para el registro de la energía que se entrega al Sistema Eléctrico Nacional por los productores independientes, que permite controlar la energía consumida en los hogares y la generada por los paneles solares que aportan al SEN. Esta lectura del equipo se certifica por los mismos lectores cobradores y la certifican para poder realizar el pago de la energía generada por los paneles solares.

En su artículo Séptimo la Res. 123/2019 tiene en cuenta el caso de las entidades presupuestadas que tiene instalados sistemas solares fotovoltaicos para generar corriente

eléctrica si tienen un excedente después de utilizar la energía para cubrir sus necesidades, se puede convenir con la Unión Eléctrica para compensar los gastos de la entidad.

En el artículo nueve estipula que el montador que instala los sistemas fotovoltaicos a los clientes para la producción y entrega de energía al Sistema Eléctrico Nacional a partir de las fuentes renovables, tiene que garantizar que el sistema tiene las condiciones adecuadas para la interconexión con la red eléctrica, por ejemplo, tiene que garantizar que cuenta con los sistemas de desconexión, el sistema de aterramiento tiene que tener menos de los 5 Ohm, entre otros.

Cuando existe radiación solar la electricidad proviene del generador fotovoltaico (FV) a través del inversor que convierte la corriente directa en corriente alterna. Si el generador FV está produciendo más energía de la que se está utilizando, el excedente se vende a la empresa distribidora a través del medidor eléctrico. Si se utiliza más energía de la que puede entregar el generador FV, la red eléctrica le proporcionará la diferencia. También, en la noche y durante el tiempo nublado, toda la energía es proporcionada por de la red eléctrica nacional.

Para implementar el Decreto-Ley No. 345/2019, la Unión Eléctrica establece seis nuevos procedimientos con el fin de regular la instalación de los sistemas solares fotovoltaicos. Estos procedimientos se recogen en el Manual del Consumidor y es de obligatorio cumplimiento de todas las Empresas Eléctricas del país.

El procedimiento UC-CC 0017. Contratación a los servicios de clientes del sector residencial y no residencial privado, que entregan energía eléctrica al SEN mediante el uso de sistemas solares fotovoltaicos (Unión Eléctrica, 2022). Este procedimiento establece la metodología para realizar la contratación para la compra de la energía eléctrica entregada al Sistema Eléctrico Nacional, mediante el uso de sistemas solares fotovoltaicos (SSFV), por parte de clientes residenciales y no residenciales privados y es aplicable en las Empresas Eléctricas, UEB Municipales y oficinas comerciales del país.

La Empresa Eléctrica de La Habana determinó que la UEB Generación de Emergencia, que tiene entre sus objetivos el fomento de las FRE se encarga del proceso de certificación de los SSFV tanto en el sector residencial como en el estatal. El proceso comienza cuando los clientes con SSFV se acercan a las oficinas comerciales a solicitar la solicitud de contratación de la energía y la sucursal al día siguiente emite un registro que se recoge en el procedimiento UC-CM 0136 Solicitud de contratación para la compra y venta de energía generada a partir de SSFV (Unión Eléctrica, 2021) con los datos del cliente para investigar el cumplimiento de los requisitos necesarios para la interconexión y contratación de clientes que generan y venden la energía eléctrica a partir del SSFV.

Los especialistas de desarrollo de las FRE y los técnicos de operaciones de la UEB Municipal tienen 3 días para verificar si el sistema instalado tiene las condiciones para poder conectarse con el sistema eléctrico nacional. Si el SSFV tiene las condiciones se emite un registro con los datos de la potencia instalada y los datos del aterramiento que se entregan al Despacho Provincial de Carga para que actualice los datos de las plantas generadoras instaladas en el plano del monolineal y se informa a la oficina municipal para la instalación de un metro bidireccional para controlar la energía emitida por los SSFV con el fin de comprar la energía que se aporta al SEN.

Se le informa al cliente que vaya al día siguiente para proceder a la firma del contrato de compra venta de la energía eléctrica amparado en el procedimiento UC-CM 0139 Contrato de clientes del sector residencial y no residencial privado, que mediante el uso de SSFV entregan energía eléctrica al SEN (Unión Eléctrica, 2022). Si el SSFV no tiene las condiciones para conectarse al SEN se le comunica al cliente que tiene 30 días para resolverlo.

## CONCLUSIONES

Los sistemas solares fotovoltaicos son importantes para un país como Cuba, con grandes dificultades para comprar el combustible fósil que precisa para generar energía eléctrica y que tiene un alto índice de incidencia de los rayos solares gran parte del año. Por ello, la Unión Eléctrica trabaja para incrementar las fuentes renovables de energía, con énfasis en la energía solar fotovoltaica. Con esto se pretende aumentar la seguridad energética y trabajar en aras del desarrollo sostenible. Los procedimientos referidos en este trabajo son los que soportan la instalación de los SSFV y deben garantizar la satisfacción de los clientes si se cumplen los tiempos de cada etapa realizada con la calidad requerida.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, J. A. (2024). *Sistemas fotovoltaicos: que son, componentes, dimensiones, tipos e instalación*. SunFields: <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/sistema-fotovoltaico-funciona-aplicaciones/>
- Castro Figueredo, E. T., Delgado Mirabent, L. E., Ochoa Jiménez, I. L., & Verdecía Cutiño, J. F. (2019). Potencialidades de generación de energía eléctrica fotovoltaica en la base de apoyo de ETECSA-Granma. *I Convención Científica Internacional*. <https://convencion.uclv.cu/es/event/ii-conferencia-internacional-de-procesamiento-de-la-informacion-cipi-taller-universidad-empresa-34/track>
- Comité Central del Partido Comunista de Cuba. (2021). *Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución para el período 2021-2026*. Editorial de artes gráficas Federico Engels.
- Consejo de Estado. (2019). *Decreto-Ley No. 345 Del desarrollo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía (GOC-2019-1063-O95)*. Gaceta Oficial No. 95 Ordinaria de 28 de noviembre de 2019 .
- De Lama Rojas, C. V., & Vinelli Montoya, F. L. (2021). Estudio de prefactibilidad para la instalación de un modelo de negocio Leasing de paneles. *[Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial]*. Universidad de Lima. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/15331>
- Domínguez Piloto, A., Jáuregui Rigó, S., & Beltrán Marrero, J. (2019). Sistema fotovoltaico conectado a la red para alimentar la División Territorial COPEXTEL Cienfuegos. Anteproyecto y simulación. *Centro Azúcar*, 46(4), 39-49. <http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v46n4/2223-4861-caz-46-04-39.pdf>
- Extremera Peregrín, D. A. (2023). *Energía solar fotovoltaica en Cuba: Una opción en desarrollo, económica, segura y eficiente* . Cubadebate: <http://www.cubadebate.cu/especiales/2023/10/25/energia-solar-fotovoltaica-en-cuba-una-opcion-en-desarrollo-economica-segura-y-eficiente/>

- García Rondón, I., & Llopiz, Y. (2016). Diagnóstico del mercado de paneles solares en Cuba. *Gestiópolis*. <https://www.gestiopolis.com/diagnostico-del-mercado-paneles-solares-cuba/>
- Herrera Vaca, L. E. (2018). *Diseño del sistema de generación eléctrica conectado a la red utilizando paneles fotovoltaicos para el autoconsumo del complejo deportivo Plataforma Deportiva ubicada en el cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi*. Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi. [repositorio.utc.edu.ec/items/dea5743d-d24f-4a79](https://repositorio.utc.edu.ec/items/dea5743d-d24f-4a79)
- Korkeakoski, M., & Filgueiras Sainz de Rozas, M. L. (2022). Una mirada a la transición de la matriz energética cubana. *Ingeniería Energética*, 43(3), 40-47. <http://scielo.sld.cu/pdf/rie/v43n3/1815-5901-rie-43-03-40.pdf>
- Méndez Muñoz, J., & Cuervo García, R. (2010). *Energía Solar Térmica* (3ra edición ed.). Madrid, España: Fundación Confemetal.
- MINEM. (28 de noviembre de 2019). *Resolución 123/2019 Regulaciones para el fomento de las fuentes renovables de energía*. Gaceta Oficial No. 95 Ordinaria : <http://www.gacetaoficial.gob.cu>
- MINEM. (2021). *Res. 208/2021 Aprueba la importación de tecnologías que generan o funcionan con fuentes renovables de energía (GOC-2021-733-EX69)* .
- MINEM. (2021). *Res. 242/2021 Establece las indicaciones a tener en cuenta por la Unión Eléctrica en el proceso de elaboración de los contratos de potencia fotovoltaica que concierten con las personas naturales y jurídicas*.
- Montes Calzadilla, R. (15 de febrero de 2022). *como se puede adquirir energía solar para el autoabastecimiento en cuba*. Recuperado el 20 de febrero de 2023, de Cubadebate: <http://www.cubadebate.cu/especiales/2022/02/15/como-se-puede-adquirir-energia-solar-fotovoltaica-para-el-autoabastecimiento-en-cuba/>
- Quevedo Batista, D., & Ortiz Chávez, Y. (2021). Procedimiento para determinar la factibilidad de los Parques Solares fotovoltaicos . *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*, 5(1), e160. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5534754>
- Saunders Vázquez, A., Luukkanen, J., Santos Fuentefría, A., Majanne, Y., Filgueiras Sainz de Rozas, M. L., & Laitinen, J. (2022). *Desarrollo del sistema electroenergético cubano - Desafíos y Posibilidades Tecnológicas*. Finland Futures Research Centre, University of Turku. <https://www.researchgate.net/publication/361942520>
- Scull Guerra, Y. (25 de agosto de 2015). Aplicación de la energía solar fotovoltaica en una microrred cubana. Estudio de prefactibilidad. <https://www.gestiopolis.com/aplicacion-de-la-energia-solar-fotovoltaica-en-una-microrred-cubana-estudio-de-prefactibilidad/>.
- Stolik Novygrad, D. (2014). La energía FV: oportunidad y necesidad para Cuba. *Economía y Desarrollo*, 152(2), 69-86. <http://scielo.sld.cu/pdf/eyd/v152n2/eyd05214.pdf>
- Unión Eléctrica. (2021). UC-CM 0136. Solicitud de contratación para la compra y venta de energía generada a partir de SSFV. En R. Navarro Herrera, Y. Alvarez Quintela, & E. Cobos Aragón, *Manual de Consumidores*.
- Unión Eléctrica. (2022). Procedimiento UC-CC 0017. Contratación a clientes del Sector Residencial y No Residencial Privado, que entregan energía eléctrica al Sistema Eléctrico Nacional mediante el uso de Sistemas Solares Fotovoltaicos. En R.

- Navarro Herrera, Y. Alvarez Quintela, & E. Cobos Aragón, *Manual de consumidores*. La Habana, Cuba.
- Unión Eléctrica. (2022). UC-CM 0139 Contrato de clientes del Sector Residencial y No Residencial Privado, que mediante el uso de Sistemas Fotovoltaicos entregan energía eléctrica al sistema eléctrico nacional. En R. Navarro Herrera, Y. Alvarez Quintela, & E. Cobos Aragón, *Manual de Consumidores*.
- Walker, A., & Desai, J. (2021). *Understanding Solar Photovoltaic System Performance*. Federal Energy Management Program. <https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-02/understanding-solar-photo-voltaic-system-performance.pdf>